

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)特許出願公表番号  
特表2004-535722  
(P2004-535722A)

(43)公表日 平成16年11月25日(2004.11.25)

(51)Int. C1.<sup>7</sup>H 01 Q 21/24  
H 01 Q 9/44  
H 01 Q 13/08

F I

H 01 Q 21/24  
H 01 Q 9/44  
H 01 Q 13/08

テーマコード(参考)

5 J 0 2 1  
5 J 0 4 5

審査請求	未請求	予備審査請求	未請求	(全 6 2 頁)
(21)出願番号	特願2003-513085(P2003-513085)		(71)出願人	501411651 エイチアールエル ラボラトリーズ, エ ルエルシー H R L LABORATORIES, L L C アメリカ合衆国, 90265-4799 カリフ オルニア州, マリブ, マリブ キャニオ ン ロード 3011 3011 Malibu Canyon Road, Malibu, CA 90265-4799, United States of America
(86)(22)出願日	平成14年7月11日(2002.7.11)		(74)代理人	100104765 弁理士 江上 達夫
(85)翻訳文提出日	平成16年1月8日(2004.1.8)			
(86)国際出願番号	PCT/US2002/022142			
(87)国際公開番号	W02003/007429			
(87)国際公開日	平成15年1月23日(2003.1.23)			
(31)優先権主張番号	09/905,795			
(32)優先日	平成13年7月13日(2001.7.13)			
(33)優先権主張国	米国(US)			

最終頁に続く

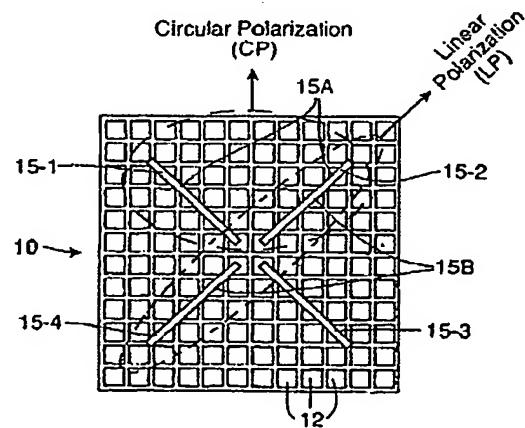
## (54)【発明の名称】衛星及び地上システムの同時通信用アンテナシステム

## (57)【要約】

【課題】衛星及び／又は地上システムとの通信が可能という機能と円偏波及び／又は直線垂直偏波を有する無線周波数信号を受信可能という機能を実現する。

【解決手段】円偏波電波信号と直線偏波電波信号との両方を受信するためのアンテナシステムであって、円偏波信号はアンテナシステムの主表面に垂直又は斜めの方向からアンテナシステムに到達し、直線偏波信号は主表面に鋭角な方向から平面アンテナシステムに到達するアンテナシステム。該アンテナシステムは、高インピーダンス表面と、高インピーダンス表面上に配置された複数のアンテナ構成要素であって、該複数のアンテナ構成要素は、該複数のアンテナ構成要素のうち複数の第一選択構成要素が円偏波に応答し、複数のアンテナ構成要素のうち複数の第二選択構成要素が直線偏波に応答するようなパターンで高インピーダンス表面上に配列されている複数のアンテナ構成要素と、を含む。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

(a) 所定の周波数で相対的に高いインピーダンスを有し、前記所定の周波数よりも高い周波数及び低い周波数で相対的に低いインピーダンスを有する高インピーダンス表面と、

(b) 夫々の主軸が前記高インピーダンス表面に直接隣接して配置された状態で前記高インピーダンス表面上に配置された一群の伸張ワイヤアンテナであって、各伸張ワイヤアンテナは、各伸張ワイヤアンテナの給電端部が前記高インピーダンス表面の外周部よりも前記高インピーダンス表面の中心部により近づいて配置されるように配列された前記給電端部を有しており、各伸張ワイヤアンテナは前記高インピーダンス表面の前記外周部に向いたアンテナ末端部を有している一群の伸張ワイヤアンテナと、

(c) 各伸張ワイヤアンテナに対応付けられており、且つ第一端部により前記対応付けられる伸張ワイヤアンテナの前記給電端部に取付けられた複数のインピーダンス整合スタブであって、各インピーダンス整合スタブは前記第一端部から離れた位置にある末端部を有しており、前記複数のインピーダンス整合スタブの夫々のスタブ末端部は、前記第一端部よりも前記高インピーダンス表面の中心部により近づくように配置される前記複数のインピーダンス整合スタブと、

(d) アンテナシステムにより受信された円偏波電磁信号を第一出力に送出し、前記アンテナシステムにより受信された垂直偏波電磁信号を第二出力に送出するための、前記各伸張ワイヤアンテナの給電端部に結合されたアンテナ結合配列と、  
を備えたことを特徴とするアンテナシステム。

10

20

30

**【請求項 2】**  
前記アンテナ結合配列は、前記アンテナシステムにより受信された右円偏波電磁信号を前記第一出力に送出し、前記アンテナシステムにより受信された左円偏波電磁信号を第三出力に送出することを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナシステム。

**【請求項 3】**

円偏波電磁信号と直線偏波電磁信号との両方を受信するための平面アンテナシステムであって、前記円偏波信号は当該平面アンテナシステムの主表面に垂直又は斜めの方向から前記平面アンテナシステムに到達し、前記直線偏波信号は前記主表面に鋭角な方向から前記平面アンテナシステムに到達する平面アンテナシステムにおいて、該平面アンテナシステムは、  
高インピーダンス表面と、

前記高インピーダンス表面上に配置された複数のアンテナ構成要素であって、該複数のアンテナ構成要素は、該複数のアンテナ構成要素の中から選択される複数のペアが (i) 前記高インピーダンス表面の一の面の半分の面上に、又は (ii) 前記高インピーダンス表面の一の面上に直線関係で、のいずれかで存在するような前記高インピーダンス表面上のパターンで配列されている複数のアンテナ構成要素と、

前記アンテナシステムにより受信された円偏波電磁信号を第一出力に送出し、前記アンテナシステムにより受信された直線偏波電磁信号を第二出力に送出するための、前記複数のアンテナ構成要素に結合されたアンテナ結合配列と、  
を備えたことを特徴とする平面アンテナシステム。

40

**【請求項 4】**

前記アンテナ結合配列は、前記アンテナシステムにより受信された右円偏波電磁信号を前記第一出力に送出し、前記アンテナシステムにより受信された左円偏波電磁信号を第三出力に送出することを特徴とする請求項 3 に記載の平面アンテナシステム。

**【請求項 5】**

前記複数のアンテナ構成要素のうちの複数のアンテナ構成要素は、実質的に互いに同一であることを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の平面アンテナシステム。

**【請求項 6】**

円偏波電磁信号と直線偏波電磁信号との両方を受信するためのアンテナシステムであって、前記円偏波信号は前記アンテナシステムの主表面に垂直又は斜めの方向から前記アンテ

50

ナシステムに到達し、前記直線偏波信号は前記主表面に鋭角な方向から前記平面アンテナシステムに到達するアンテナシステムにおいて、該アンテナシステムは、高インピーダンス表面と、

前記高インピーダンス表面上に配置された複数のアンテナ構成要素であって、該複数のアンテナ構成要素は、該複数のアンテナ構成要素のうち複数の第一選択構成要素が円偏波に応答し、前記複数のアンテナ構成要素のうち複数の第二選択構成要素が直線偏波に応答するような前記高インピーダンス表面上のパターンで配列されている複数のアンテナ構成要素と、

を備えたことを特徴とするアンテナシステム。

**【請求項 7】**

更に、前記複数のアンテナ要素のうち前記複数の第一選択構成要素により受信された円偏波電磁信号を第一出力に送出し、前記複数のアンテナ構成要素のうち前記複数の第二選択構成要素により受信された直線偏波電磁信号を第二出力に送出するための、前記複数のアンテナ構成要素に結合されたアンテナ結合配列を含むことを特徴とする請求項 6 に記載のアンテナシステム。

**【請求項 8】**

前記複数のアンテナ構成要素のうち前記複数の第一及び第二選択構成要素は、夫々、複数ペアのアンテナ構成要素からなることを特徴とする請求項 7 に記載のアンテナシステム。

**【請求項 9】**

前記複数のアンテナ構成要素の夫々は、アンテナスタブが通常給電点に接続されたワイヤアンテナ構成要素であることを特徴とする請求項 8 に記載のアンテナシステム。

**【請求項 10】**

前記アンテナ結合配列は、前記アンテナシステムにより受信された右円偏波電磁信号を前記第一出力に送出し、前記アンテナシステムにより受信された左円偏波電磁信号を第三出力に送出することを特徴とする請求項 7 から 9 のいずれか一項に記載のアンテナシステム。

**【請求項 11】**

前記複数のアンテナ構成要素のうちの複数のアンテナ構成要素は、実質的に互いに同一であることを特徴とする請求項 6 から 9 のいずれか一項に記載のアンテナシステム。

**【請求項 12】**

空中の比較的高い位置から円偏波信号を受信し、同時に空中の比較的低い位置であって水平線に近い位置から直線偏波信号を受信する受信方法であって、該方法は、

(a) 高インピーダンス表面を提供する工程と、

(b) 複数のアンテナ構成要素を前記高インピーダンス表面上に配置し、前記複数のアンテナ構成要素を、該複数のアンテナ構成要素のうち複数の第一選択構成要素が円偏波に応答し、前記複数のアンテナ構成要素のうち複数の第二選択構成要素が直線偏波に応答するような前記高インピーダンス表面上のパターンで配列する工程と、

を備えたことを特徴とする受信方法。

**【請求項 13】**

更に、前記複数のアンテナ構成要素により受信された円偏波電磁信号を第一出力に送出する工程と、

前記複数のアンテナ構成要素により受信された直線偏波電磁信号を第二出力に送出する工程と、

を備えたことを特徴とする請求項 12 に記載の受信方法。

**【請求項 14】**

前記複数のアンテナ構成要素のうち前記複数の第一及び第二選択構成要素が、夫々、複数ペアのアンテナ構成要素からなることを特徴とする請求項 12 に記載の受信方法。

**【請求項 15】**

前記複数のアンテナ構成要素の夫々は、アンテナスタブが通常給電点に接続されたワイヤアンテナ構成要素であることを特徴とする請求項 12 に記載の受信方法。

10

20

30

40

50

**【請求項 16】**

前記アンテナシステムにより受信された右円偏波電磁信号が一つの出力に送出され、前記アンテナシステムにより受信された左円偏波電磁信号が他の出力に送出されることを特徴とする請求項 12 から 15 のいずれか一項に記載の受信方法。

**【請求項 17】**

前記複数のアンテナ構成要素のうちの複数のアンテナ構成要素は、実質的に互いに同一であることを特徴とする請求項 12 から 16 のいずれか一項に記載の受信方法。

**【請求項 18】**

前記高インピーダンス表面は本質的に水平方位に配置されており、前記直線偏波は垂直偏波であることを特徴とする請求項 12 から 17 のいずれか一項に記載の受信方法。 10

**【請求項 19】**

空中の比較的高い位置から円偏波信号を受信し、同時に空中の比較的低い位置であって水平線に近い位置から直線偏波信号を受信するアンテナであって、該アンテナは、

(a) 高インピーダンス表面と、

(b) 前記高インピーダンス表面上に配置された複数のアンテナ構成要素であって、該複数のアンテナ構成要素のうち複数の第一選択構成要素が円偏波に応答し、前記複数のアンテナ構成要素のうち複数の第二選択構成要素が直線偏波に応答するような前記高インピーダンス表面上のパターンで配列されている複数のアンテナ構成要素と、  
を備えたことを特徴とするアンテナ。

**【請求項 20】**

更に、前記アンテナシステムにより受信された円偏波電磁信号を第一出力に送出し、前記アンテナシステムにより受信された直線偏波電磁信号を第二出力に送出するための、前記複数のアンテナ構成要素に結合されたアンテナ結合配列を含むことを特徴とする請求項 19 に記載のアンテナ。 20

**【請求項 21】**

前記複数のアンテナ構成要素のうち前記複数の第一及び第二選択構成要素は、夫々、複数ペアのアンテナ構成要素からなることを特徴とする請求項 19 に記載のアンテナ。

**【請求項 22】**

前記複数のアンテナ構成要素の夫々は、アンテナスタブが通常給電点に接続されたワイヤアンテナ構成要素であることを特徴とする請求項 19 に記載のアンテナ。 30

**【請求項 23】**

前記アンテナ結合配列は、前記アンテナシステムにより受信された右円偏波電磁信号を前記第一出力に送出し、前記アンテナシステムにより受信された左円偏波電磁信号を第三出力に送出することを特徴とする請求項 19 から 22 のいずれか一項に記載の方法。

**【請求項 24】**

前記複数のアンテナ構成要素のうちの複数のアンテナ構成要素は、実質的に互いに同一であり、それらが前記表面上に配置されるパターンは規則的な反復パターンであることを特徴とする請求項 19 から 23 のいずれか一項に記載の方法。

**【請求項 25】**

前記高インピーダンス表面は本質的に水平方位に配置されており、前記直線偏波は垂直偏波であることを特徴とする請求項 19 から 24 のいずれか一項に記載の方法。 40

**【請求項 26】**

円偏波電磁信号と直線偏波電磁信号との両方を受信するためのアンテナシステムであって、前記円偏波信号は前記アンテナシステムの主表面に垂直又は斜めの方向から前記アンテナシステムに到達し、前記直線偏波信号は前記主表面に鋭角な方向から前記アンテナシステムに到達するアンテナシステムにおいて、該アンテナシステムは、

(i) 円偏波信号と (ii) 直線偏波信号との夫々の周波数を越える表面波バンドギャップを有する高インピーダンス表面と、

前記高インピーダンス表面上に配置された複数のアンテナ構成要素であって、該複数のアンテナ構成要素は、該複数のアンテナ構成要素の中から選択される複数のペアが (i) 前 50

記高インピーダンス表面の一面の半分の面上に、又は(i i)前記高インピーダンス表面の一面に直線関係で、のいずれかで存在するような前記高インピーダンス表面上のパターンで配列されている複数のアンテナ構成要素と、  
を備えることを特徴とするアンテナシステム。

**【請求項27】**

更に、前記アンテナシステムにより受信された円偏波電磁信号を第一出力に送出し、前記アンテナシステムにより受信された直線偏波電磁信号を第二出力に送出するための、前記複数のアンテナ構成要素に結合されたアンテナ結合配列を含むことを特徴とする請求項26に記載のアンテナシステム。

**【請求項28】**

前記アンテナ結合配列は、前記アンテナシステムにより受信された右円偏波電磁信号を前記第一出力に送出し、前記アンテナシステムにより受信された左円偏波電磁信号を第三出力に送出することを特徴とする請求項27に記載のアンテナシステム。

10

**【請求項29】**

前記複数のアンテナ構成要素のうちの複数のアンテナ構成要素は、実質的に互いに同一であることを特徴とする請求項26から28のいずれか一項に記載のアンテナシステム。

**【請求項30】**

空中の比較的高い位置から円偏波信号を受信し、同時に空中の比較的低い位置であって水平線に近い位置から直線偏波信号を受信する受信方法であって、該方法は、

(a) 前記円偏波信号と(i i)前記直線偏波信号との夫々の周波数を越える表面波バンドギャップを有する高インピーダンス表面を提供する工程と、

20

(b) 複数のアンテナ構成要素を、該複数のアンテナ構成要素のうち複数の第一選択構成要素が円偏波に応答し、前記複数のアンテナ構成要素のうち複数の第二選択構成要素が直線偏波に応答するような前記高インピーダンス表面上のパターンで配列する工程と、  
を備えたことを特徴とする受信方法。

**【請求項31】**

(i) 前記円偏波信号と(i i)前記直線偏波信号との夫々の周波数は、前記高インピーダンス表面の前記表面波バンドギャップの上半分とともに減少し、前記高インピーダンス表面は、前記直線偏波信号の周波数の一平方波長以下のサイズを有することを特徴とする請求項30に記載の受信方法。

30

**【請求項32】**

更に、前記複数のアンテナ構成要素により受信された円偏波電磁信号を第一出力に送出する工程と、  
前記複数のアンテナ構成要素により受信された直線偏波電磁信号を第二出力に送出する工程と、  
を備えたことを特徴とする請求項31に記載の受信方法。

**【請求項33】**

前記複数のアンテナ構成要素のうち前記複数の第一及び第二選択構成要素が、夫々、複数ペアのアンテナ構成要素からなることを特徴とする請求項31又は32に記載の受信方法。

40

**【請求項34】**

前記複数のアンテナ構成要素の夫々は、アンテナスタッフが通常給電点に接続されたワイヤアンテナ構成要素であることを特徴とする請求項31から33のいずれか一項に記載の受信方法。

**【請求項35】**

前記アンテナシステムにより受信された右円偏波信号が一つの出力に送出され、前記アンテナシステムにより受信された左円偏波信号が他の出力に送出されることを特徴とする請求項31から34のいずれか一項に記載の受信方法。

**【請求項36】**

前記複数のアンテナ構成要素のうちの複数のアンテナ構成要素は、実質的に互いに同一で

50

あることを特徴とする請求項 3 1 から 3 5 のいずれか一項に記載の受信方法。

【請求項 3 7】

前記高インピーダンス表面は本質的に水平方位に配置されており、前記直線偏波は垂直偏波であることを特徴とする請求項 3 1 から 3 6 のいずれか一項に記載の受信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、衛星及び地上システムの両方と通信するために車両で使用され得るアンテナシステムに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

現在、衛星及び地上システムの両方と通信可能なアンテナ及び／又はアンテナシステムが必要とされている。これらが必要とされる一例は、無線信号を衛星から送信し、当該無線信号が(i)車両に搭載された受信機や(ii)当該無線信号と同じ車両に中継する地上リピータ（中継器）により受信される直接放送衛星（D B S）通信に対してである。通常、直接放送衛星は、車両がいずれの方位においても通信（或いは、無線信号）を受信可能なように、円偏波を使用している。しかしながら、地上ネットワークは、通常、垂直偏波で無線信号の送信を行っている。衛星通信が機能しなくなる場合（例えば、衛星が建物又はその他の人工物又は自然物により隠れてしまう場合）には、衛星信号のギャップ（或いは、衛星信号の欠落部分）を埋めるために地上中継信号を使用できる。

10

20

【0 0 0 3】

D B S 通信システムは、通常、移動無線通信に係る問題と同様に、衛星から得られる電力が低いがゆえに、狭いバンド幅（約 0.5 %）を利用している。他方、アンテナは、通常、製造上起こりうるエラーを考慮して、少なくとも数パーセントのバンド幅を利用するよう設計されなければならない。このため、D B S 無線信号の受信に使用されるアンテナは、一般的には、所定の信号（衛星及び地上信号）よりも更に広いバンド幅を利用するであろうし、D B S 無線信号の各種成分は、本質的に同じ周波数であると考えられる。

【0 0 0 4】

円偏波及び／又は直線垂直偏波を有する無線周波数（R F）信号を受信可能なアンテナ又はアンテナシステムが必要とされている。更に、該アンテナ又はアンテナシステムは、これら二つの機能（即ち、上述した衛星及び／又は地上システムとの通信が可能という機能と円偏波及び／又は直線垂直偏波を有する無線周波数信号を受信可能という機能）の各々に対して複数の異なる放射パターンを使用可能とするべきである。当該アンテナ又はアンテナシステムは、衛星から送信される信号の受信に必要な仰角で、円偏波に対応して空中方向に向いた放射パターンロープ（指向性の山）を有するべきであり、また、地上リピータから送信される信号の受信に対しては、直線偏波に対応して水平方向に向いた放射パターンロープを有するべきである。

30

【0 0 0 5】

これら二つの機能を実行可能なアンテナが存在する。例えば、4 個のワイヤがらせん状に巻かれて構成されるQ F H (quadra filar helix) アンテナがそうである。このアンテナの欠点は、通常、そのアンテナが設置されているところの表面より 1 / 4 波長から 1 / 2 波長に相当する大きさだけ突出していることであり、自動車の外部表面から突出して設置される場合には、不格好で非空気力学的な垂直構造を生じる。

40

【0 0 0 6】

本明細書に開示されるアンテナはこれら二つの機能を実行するが、本質的に自動車のルーフと同一平面に位置する。このアンテナは、様々な方向におけるビーム形成能を有しており、デュアル環状／直線アンテナとして実行可能である。このアンテナは、信号対雑音干渉比（S N 比）の向上のためにビーム交換ダイバシティを組み込むことができるという付加的な利点を有する。

【0 0 0 7】

50

本発明は、衛星一地上無線放送に現在使用されている既存の垂直ロッドアンテナを改良するものである。開示されるアンテナは、一波長の $1/10$ よりも薄く、また金属性自動車ルーフに直接設置可能であり、且つルーフと同一平面上に又は本質的に同一平面上に位置する。

#### 【0008】

本発明は、低姿勢（薄型）アンテナに有益であると示されているある特定の接地面（ground plane）であるHi-Z（高インピーダンス）表面を使用している。好ましくは、本発明は、放射状に配列された4個の直線ワイヤアンテナ構成要素を使用し、4個の直線ワイヤアンテナ構成要素は、所望の偏波及びビームパターンを生成するビーム形成ネットワークにより給電されている。或いは、その他のアンテナ構成要素が使用可能である。ビーム形成ネットワークは、例えば無線信号受信機へ送信される2以上の出力を有する（例えば、アンテナシステムを信号の受信及び送信に使用する場合には、トランシーバが使用できる）。本明細書で開示されるアンテナは、また、ビーム交換ダイバシティ備えてもよく、より良好な性能を提供する。このアンテナの主な利点は、薄型であることであり、例えば自動車の金属ルーフ上に直接又は金属ルーフ内に隠して設置可能である。

#### 【0009】

背景技術は以下を含んでいる。

#### 【0010】

ディー・シーヴエンパイパー（D. Sievenpiper）及びイー・ヤブロノビッチ（E. Yablonovitch）による「金属上における表面電流発生回路及び方法（Circuit and Method for Eliminating Surface Currents on Metals）」であって、1998年3月30日にUCLA（University of California at Los Angeles）により出願された米国仮特許出願番号第60/079953号に記載の発明（対応するPCT出願であり、出願番号PCT/US99/06884号に記載の発明であり、1999年10月7日に公開された特許文献1参照）。

#### 【0011】

グリンバーグ・ジャン（Grinberg, Jan）により発明され、ヒューズエレクトロニックコーポレーション（Hughes Electronics Corporation）に譲渡された「衛星通信用の薄型アンテナ（Flat antenna for satellite communication）」（特許文献2参照）。この特許は衛星放送受信用平面アンテナについて記載しているが、突き出る形状のレンズ部を必要とするために以下に述べる本発明ほど平面状ではない。更に、この特許は地上システムとの通信を提供していない。

#### 【0012】

スグロアキヒロ及びオオキタヒデトにより発明され、京セラ株式会社に譲渡された「混合アンテナ（Composite antenna）」（特許文献3参照）。ここで開示されたアンテナは、異なる偏波を有する信号のダイバシティ（切替）受信を提供する。しかしながら、垂直方向の突出部を有する部分が必要であるため、自動車への一体化に適しているに過ぎない。

#### 【0013】

サベ・カゼム・エフ（Sabet, Kazem F.）、サラマンディ・カマール（Sarabandi, Kamal）及びカテヒ・リンダ・ピー・ビー（Katehi, Linda P. B.）により発明され、グラディエントテクノロジー（Gradient Technologies, LLC）に譲渡された「有効な誘電率を有するレンズを含む平面レンズアンテナ（Planar antenna including a substrate lens having an effective dielectric constant）」（特許文献4参照）。この特許は、有効な誘電率を有するレンズを作成する各種方法について記載しており、そのレンズをアンテナと結合させることについて記載している。ここで開示された概念は、開示されたアンテナの放射パターン

10

20

30

40

40

50

を制御するために、本発明とともに採用可能である。

【0014】

また、本発明に関連する出願は以下を含む。

【0015】

(1) ディー・シーヴェンパイパー (D. Sievenpiper) 及びジェイ・シャッフナー (J. Schaffner) による「多重周波数帯における高インピーダンスを有する加工表面 (A Textured Surface Having High Electromagnetic Impedance in Multiple Frequency Bands)」、2000年11月14日出願の米国特許出願番号第09/713,117号。 10

【0016】

(2) ディー・シーヴェンパイパー (D. Sievenpiper), エッチ・ピー・スー (H. P. Hsu), 及びジー・タンゴナン (G. Tangonan) による「移動体環境下における干渉を低減するためのビームダイバーシティーを備える平面アンテナ (Planar Antenna with Switched Beam Diversity for Interference Reduction in Mobile Environment)」、2000年3月15日出願の米国特許出願番号第09/525,831号及び2000年12月22日出願の国際特許出願番号PCT/US00/35030。 20

【0017】

(3) ディー・シーヴェンパイパー (D. Sievenpiper); ジェイ・シャッフナー (J. Schaffner); エイチ・ピー・スー (H. P. Hsu); 及びジー・タンゴナン (G. Tangonan) による「アンテナにおける低仰角放射強度の増加方法及び高い低仰角放射強度を有するアンテナ (A Method of Providing Increased Low-Angle Radiation Sensitivity in an Antenna and an Antenna Having Increased Low-Angle Radiation Sensitivity)」、本出願と同日出願の米国特許出願番号第09/905,796号 (代理人明細書618350-5)。 30

【0018】

【特許文献1】

国際公開第WO99/50929号パンフレット

【特許文献2】

米国特許第5,929,819号明細書

【特許文献3】

米国特許第6,005,521号明細書

【特許文献4】

米国特許第6,081,239号明細書

【非特許文献1】

アール・バグハン (R. Vaughan) 著「フーリエ変換による移動体通信用空間指向アンテナ (Spaced Directive Antennas for Mobile Communications by the Fourier Transform Method)」、アンテナと伝送に関するIEEE会報 (IEEE Transactions on Antennas and Propagation)、2000年7月、第48巻、第7号、pp1025-1032 40

【非特許文献2】

ピー・ペリニ (P. Perini) 及びシー・ホロウェイ (C. Holloway) 著、「異なる移動体無線通信環境下におけるアンダル及び空間切替の比較 (Angle and Space Diversity Comparisons in Different Mobile Radio Environments)」、アンテナと伝送に関する 50

る IEEE 会報 (IEEE Transactions on Antennas and Propagation)、1998年6月、第46巻、第6号、pp 764-775

**【非特許文献3】**

シー・バラニス (C. Balanis) 著、「アンテナ理論・分析及び設計 (Antenna Theory, Analysis, and Design)」、第2版、ジョン・ウィリー・アンド・サンズ (John Wiley and Sons)、ニューヨーク、1997年。

**【発明の開示】**

**【課題を解決するための手段】**

**【0019】**

一様では、本発明は、空中の比較的高い位置から円偏波信号を受信し、同時に空中の比較的低い位置であって水平線に近い位置から直線偏波信号を受信するアンテナであって、該アンテナは、高インピーダンス表面と、前記高インピーダンス表面上に配置された複数のアンテナ構成要素であって、該複数のアンテナ構成要素のうち複数の第一選択構成要素が円偏波に応答し、前記複数のアンテナ構成要素のうち複数の第二選択構成要素が直線偏波に応答するような前記表面上のパターンで配列された複数のアンテナ構成要素と、を備えることを特徴とするアンテナを提供する。

**【0020】**

他の態様では、本発明は、空中の比較的高い位置から円偏波信号を受信し、同時に空中の比較的低い位置であって水平線に近い位置から直線偏波信号を受信する受信方法であって、該方法は、高インピーダンス表面を提供する工程と、複数のアンテナ構成要素を前記高インピーダンス表面上に配置し、前記複数のアンテナ構成要素を、該複数のアンテナ構成要素のうち複数の第一選択構成要素が円偏波に応答し、前記複数のアンテナ構成要素のうち複数の第二選択構成要素が直線偏波に応答するような前記表面上のパターンで配列する工程と、を備えたことを特徴とする受信方法を提供する。

**【0021】**

更に他の態様では、本発明は、円偏波ラジオ周波数信号と直線偏波ラジオ周波数信号との両方を受信するためのアンテナシステムであって、前記円偏波信号は前記アンテナシステムの主表面に垂直又は斜めの方向から前記アンテナシステムに到達し、前記直線偏波信号は前記主表面に鋭角な方向から前記アンテナシステムに到達するアンテナシステムにおいて、該アンテナシステムは、高インピーダンス表面と、前記高インピーダンス表面上に配置された複数のアンテナ構成要素であって、該複数のアンテナ構成要素は、該複数のアンテナ構成要素のうち複数の第一選択構成要素が円偏波に応答し、前記複数のアンテナ構成要素のうち複数の第二選択構成要素が直線偏波に応答するような前記表面上のパターンで配列されている複数のアンテナ構成要素と、を備えたことを特徴とするアンテナシステムを提供する。

**【発明を実施するための最良の形態】**

**【0022】**

本発明は、最近開発された一種の接地面である高インピーダンス (H i - Z) 表面を使用しており、これによりアンテナがショートすることなく金属表面に直接隣接して位置することができ、同時にアンテナインピーダンスを 50 オーム付近に保持できる。H i - Z 表面は、所定の周波数（通常、アンテナが利用し得る帯域の中心周波数）で比較的高いインピーダンスを示し、当該所定の周波数よりも高い周波数及び低い周波数で比較的低いインピーダンスを有する。またこの新しい表面により、周辺接地面の表面波（表面電流）の励起を制御可能である。これによりアンテナの放射パターン、特に、低仰角で発する放射量を制御することが可能である。

**【0023】**

本発明では、次の幾つかの理由により H i - Z 表面を使用するのが好ましい。

**【0024】**

10

20

30

40

50

(1) H i - Z 表面により、アンテナは薄くてよい。即ち、低姿勢（或いは、薄型）を許容する（この場合、厚さは、H i - Z 表面に配置されたアンテナの通常作動周波数における一波長の1/100の程度ほどに薄くできる）。

**【0025】**

(2) H i - Z 表面により、アンテナ及びH i - Z 表面の結合が自動車の金属ルーフに直接隣接して位置することができる。

**【0026】**

(3) H i - Z 表面は周辺金属接地面における表面電流の励起を制御し、よって放射パターンを制御する。

**【0027】**

PCT出願PCT/US99/06884(1999年10月7日にWO99/50929として公開)に記載されるH i - Z 表面は、金属板状突出部の2次元格子で覆われた平らな金属表面によりなる。これらの突出部は、その近傍或いは隣接する突出部と容量結合しており、隣接して配置された接地面と誘導結合している。H i - Z 表面は、プリント回路基板技術を使用して構築されている。シート容量（シート静電容量）は、金属性突出部がその近傍或いは隣接する突出部に接近することにより又はそれらの重なり領域により制御され、また例えば、プリント回路基板状に形成されるときに突出部の幾何学的形状を調整することにより所望の値を有するように設計可能である。この構造（即ち、突出部の2次元格子で覆われた構造）におけるシートインダクタンスは、その全体の厚さにより制御される。よって、容量及びインダクタンスを調整可能であり、シート容量及びシートインダクタンスで構成されるLC回路と事実上同等である（即ち、等価である）H i - Z 表面の有効シートインピーダンスを調整可能となる。 $w = 1/\sqrt{LC}$  で与えられる共振周波数付近では、この構造は、高い表面インピーダンスを有する。この周波数で反射位相はゼロを通り（或いは、反射位相にすれば生ずることなく）、H i - Z 表面は人工的な磁性導体として振舞う。この構造は、 $BW = \sqrt{L/C} / \sqrt{(\mu_0/e_0)}$  で与えられるバンド幅において、377オームよりも大きいインピーダンスを有する。但し、Lはシートインダクタンス、Cはシート容量、 $\mu_0$ は真空中における透磁率、 $e_0$ は真空中における誘電率である。

10

20

30

40

**【0028】**

このバンド幅内では、H i - Z 表面構造は表面波の伝播を抑制する。この効果は表面波バンドギャップとして記載できる。このバンドギャップ内では、H i - Z 表面が高シートインピーダンスを有するために、アンテナがショートすることなく当該アンテナを前記表面に直接隣接して位置することもできる。これによりアンテナを非常に薄くできる。アンテナ及び接地面の間を1/4波長分離して配置する必要性がないからである。表面波のバンドギャップの上端部付近では、この構造は、H i - Z 表面から放射する漏洩波として存在するTE(transverse electric)表面波を維持する。バンドギャップの上端部は、共振周波数+バンド幅/2（即ち、共振周波数を $w_{res}$ としバンド幅をBWとすると、 $w_{res} + BW/2$ ）として定義される。これは実際に反射位相が-90度を通る点であり、一般的に表面波バンドギャップの上端部にも一致する。漏洩TE波は、通常、 $w_{res}$ と $w_{res} + BW/2$ の間の範囲で維持される。高インピーダンス表面の小さい領域（例えば、一平方波長以下の領域）に対しては、これらの漏洩TE波は、通常の金属からなる周辺接地面上のTM(transverse magnetic)波の励起に使用可能である。漏洩TE波及び二次的TM波は、本出願と同日出願された米国特許出願番号第09/905, 796号に記載されるアンテナの低仰角（或いは、低角）放射強度を増加させるのに使用できる。この効果も本発明で利用されてよい。

**【0029】**

従来技術では、H i - Z 表面のバンドギャップを所望の中心周波数に対してどのように設計するかは公知である。従ってH i - Z 表面の設計に使用される技術については本明細書で記載しない。代わりに、参考のために本明細書に組み込まれて開示されたディー・シーヴェンパイパー(D. Sievenpiper)及びイー・ヤブロノビッチ(E. Yab)

50

lonovitch) による「金属上における表面電流発生回路及び方法 (Circuit and Method for Eliminating Surface Currents on Metals)」、1998年3月30日に出願された米国仮特許出願番号第60/079953号及び対応するPCT出願PCT/US99/06884(1999年10月7日にWO99/50929として公開)を参照されたい。

### 【0030】

開示されるアンテナはまた、それ自体従来技術で公知であるアンテナダイバシティの概念を活用する(前述のバグハン(Vaughan)及び/又はペリニ(Perini) & ホロウェイ(Holloway)による記事を参照)。先に参照した関連出願では、フレア状ノッチアンテナ又はワイヤアンテナを使用する水平又は垂直偏波のビーム交換ダイバシティを含むHi-Z表面に配置されたアンテナについて記載されている。本出願ではこれらの概念は、衛星及び地上ネットワークの両方に同時にアクセス可能するために、好ましくは改良型低仰角放射と、アンテナが多重ビーム(複数のビーム)及び多偏波(複数の偏波)に同時にに対応可能となるような新アンテナ給電ネットワークとの両方を含むように、改良されている。詳細には、開示されるアンテナシステムは、円偏波に対応するための空中方向に向いた放射パターンロープと、垂直直線偏波に対応するための水平線方向に向いた放射パターンロープを生成する。更に、これら2個のロープは夫々同時に生じ、個々のRF(無線信号)出力は外部ダイバシティコンバイナに送られる。これにより、衛星及び地上ネットワークからの信号が、ダイバシティコンバイナの受信側ダウンストリーム(receiver downstream)で同時に使用可能となる。これは、アンテナ自身に既に存在するビーム交換ダイバシティに付加されたものである。

10

20

### 【0031】

アンテナの第一実施例を図1に示す。それは正方形で示されたHi-Z表面10領域を含むが、環状又はその他の所望の形状でもよい。Hi-Z表面は、互いに離れて誘電体基板上に配置された数々の導電性を有する板状構成要素12を含む。Hi-Z表面10上には、夫々が15-1から15-4と表示されて識別された4個の直線ワイヤアンテナ構成要素15が配置される。ワイヤアンテナ構成要素15は、Hi-Z表面10の共振周波数において、通常、1/3から1/2波長の長さを有しており、Hi-Z表面10のバンドギャップ内で最も効率的に作動する。これら4個のワイヤアンテナ構成要素15はHi-Z表面10の中心付近より給電される。各ワイヤアンテナ構成要素15は、好ましくは直交軸X及びY(図1a参照)に沿って、好ましくはHi-Z表面10の外周に向かって放射状に伸びている。複数ペア(対)又はグループのワイヤアンテナ構成要素15は、任意の所望の放射パターン又は偏波を生成するよう様々な態様で結合されてよい。以下に示すように、ワイヤアンテナ構成要素15の直交ペア15Aは、円偏波(CP)を生成するよう90度位相シフト構成要素と結合されてよい。ワイヤアンテナ構成要素15のコリニア(co-linear)ペア15Bは、直線偏波(LP)を有する各種放射パターンを生成するよう様々な態様で結合されてよい。

30

### 【0032】

アンテナの第二実施例を図1aに示す。図1aにおいて、4個の直線ワイヤアンテナ構成要素15は、符号15-1から15-4で識別された4個のパッチアンテナ構成要素で置換されている。これらのパッチアンテナ構成要素は、直線ワイヤアンテナ構成要素と同じ目的を果たす。アンテナ構成要素15は、ワイヤアンテナ構成要素としてであろうとパッチアンテナ構成要素としてであろうと又はその他としてしてであろうと、全て互いに同一であることが好ましく、Hi-Z表面10上に規則的な反復パターンで配列される。もちろん、個々の構成要素の方位は異なっていてよい。図1及び図1aに示されたパターンは、単一の高インピーダンス表面10上に何度も反復されてよい。更にアンテナシステムは、例えば軸X及びYに沿って伸びており、4個より多いアンテナ構成要素15又は4個より少ないアンテナ構成要素15を含むようなアンテナ構成要素の放射パターンを有していてよい。このとき、アンテナ構成要素は、それぞれ、より良好な又はより劣った性能を有するように使用されてもよいし、また夫々がより複雑に又はより簡単に使用されてもよい

40

50

【0033】

アンテナの第一実施例における单一の直線アンテナ構成要素15を、図2a及び図2bに、より詳細に図示する。図2aに示すように、良好なインピーダンス整合は、ワイヤの付加的部分又はスタブ17を給電点16からアンテナ構成要素15とは逆の方向に伸ばすことにより、ワイヤアンテナ構成要素15と50オーム同軸ケーブル19との間で作られることが実験的に確定されている。ワイヤアンテナ構成要素15はHi-Z表面の外周に向かって伸びているため、スタブ17はHi-Z表面10の中心に向かって伸びる。スタブ17は実験的に調整されるが、夫々通常アンテナ構成要素の全長の1/4以下の長さを一般的には有する。スタブ17とワイヤアンテナ構成要素15との間の給電点16は、同軸ケーブル19の中心導体19aに直接結合される一方、同軸ケーブル10の接地シールド19bはHi-Z表面10の接地面18に結合される。同軸ケーブルは50オーム以外のインピーダンスを有することができるが、アンテナ構成要素15との良好なインピーダンス整合を提供すると考えられているので、50オームが好ましい。過去に研究されてきたHi-Z表面上の多くのこのようなアンテナ構成要素は、入力インピーダンスにおいて固有の容量成分を有してきた。これら初期のアンテナ設計は、図2bに示されるように給電点付近にループ状構造14を付加することを必要としてきた。本発明の場合は、アンテナ構成要素15の入力インピーダンスは誘導性である。好ましくは、50オームの同軸ケーブル19に対する良好なインピーダンス整合は、各ワイヤアンテナ構成要素15に対して図2aを参照して本明細書で記載されたスタブ構造17を使用することで得ることができる。

10

20

30

40

【0034】

ここで、単一のアンテナ構成要素15の放射パターンを改良型低仰角性能用に調整する二つの技術について記載する。一つの技術は、ワイヤ有効長を1/2波長よりも僅かに長くすることである。これが、アンテナ給電方向における垂線からのオフセットである放射パターンでのゼロ成分を生じ、アンテナの他端に向かってバイアスされる幅の広いメインビームを作る。これは準進行波アンテナとして考えられる。低仰角放射強度を増加する別の技術は、Hi-Z表面をバンドギャップの上端部付近で作用させることである。この技術は、ジェイ・シャフナー (J. Schaffner) ; エッチ・ピー・スー (H. P. Hsu) ; ジー・タンゴナン (G. Tangonan) ; 及びディー・シーヴエンパイパー (D. Sievenpiper) により、「アンテナにおける低仰角放射強度の増加方法及び高い低仰角放射強度を有するアンテナ (A Method of Providing Increased Low-Angle Radiation Sensitivity in an Antenna and an Antenna Having Increased Low-Angle Radiation Sensitivity)」という題の米国特許出願 (2001年7月13日に出願された米国特許出願番号第09/905, 796号) において記載されている。これらの方法のいずれか又は両方が、アンテナの低仰角性能を向上するために本発明とともに使用されてよい。低仰角放射は、特に地上リピータネットワークに対して重要である。地上基地局 (リピータ) は通常水平線付近に位置するからである。アンテナの放射パターンを制御する別 の方法は、従来技術で記載したように (前述の米国特許第6, 081, 239号を参照) 、誘電体レンズを使用することである。この概念は、現在述べられているアンテナシステムとともに使用することもできる。

【0035】

ここで、四構成要素アンテナにて実行可能な機能及び当該四構成要素アンテナの特性について記載する。図3は、実験の対象としてワイヤアンテナ構成要素15-1が指定された四構成要素アンテナを示している。本実験では、アンテナ15-2から15-4は整合負荷で終端処理されている。図4は、アンテナを図3に示すように接続することで得られた実験データに従って、プロードサイドにおけるこのアンテナの利得を周波数の関数として示している。図4のプロットから、本実施例におけるアンテナは、多くの用途でかなり許

50

容される約20%のバンド幅を利用可能であることがわかる。本実施例におけるアンテナの動作バンドは約2.1GHzに集まっており、本実験で使用されたHi-Z表面10の共振周波数もまた約2.1GHzに集まっていた。このアンテナの正面図における放射パターンを図5に示す。放射パターンはE平面とH平面の両方で広く、これは、通常のアレイ技術（前述のシー・バラニス（C. Balanis）著書の本を参照）を使用することにより、広範囲の角度を網羅し多様な偏波を有する放射パターンが生成される可能性があるということを意味する。もちろん、このアンテナ及びそのHi-Z表面は、その他の周波数範囲において使用するために容易に変更することができる。

#### 【0036】

軌道衛星との通信を目的として円偏波（CP）を生成するためには、2個の直交直線成分を相対的に90度の位相差（或いは、位相遅延）を有するように結合しなければならない。これは図6に示すような90度ハイブリッド回路25を使用して実行されてよい。90度ハイブリッド回路の機能は、マイクロ波を扱う当業者に公知であり、90度ハイブリッド回路は、本明細書に記載されるその他のマイクロ波構成要素と同じく、米国NY州イーストシラキュースのアナレン・マイクロウェーブ（Anaren Microwave）より市販されている。90度ハイブリッド回路25の2個の出力ポートは逆の円偏波を生成する。衛星とともに使用するためのアンテナシステムの適性をテストする実験において、アンテナ構成要素15-1及びアンテナ構成要素15-4は、90度の位相差を有して該2個の構成要素を駆動させる90度ハイブリッド回路25に取付けられる。本実験において、アンテナ構成要素15-1及びアンテナ構成要素15-4は、ハイブリッド回路上の不使用ポートを50オームの負荷27で終端処理した90度ハイブリッド回路25を使用して給電された。本実験によるアンテナ配列の放射パターンが測定されており、図7は円偏波リモートアンテナで測定される、正面図における放射パターンの検出結果を示している。この放射パターンは、前記2個のアンテナ構成要素間の鏡面対称面における放射パターンである。4個のうち2個の直交構成要素が駆動されており、該2個の直交構成要素はHi-Z表面の片側において互いに隣接しているので、放射パターンは僅かに非対称である。それ故、アンテナは完全に対称ではなく、結果として非対称パターンを生じる。放射パターンは、僅かなバイアスをある方向に向けて幅広く且つ空中方向に向いている。

#### 【0037】

直交面における放射パターンを正面図で図8に示す。この放射パターンは、2個のワイヤ間の対称面と、Hi-Z表面10の平面との両方に直交する平面（即ち、直交面）に沿った放射を表す。この放射パターンもまた、90度ハイブリッド回路25によりもたらされた固有の非対称性により、僅かに非対称である。

#### 【0038】

図9は、2個の異なる円偏波を用いて得られる利得であって、この一対（ペア）のアンテナ構成要素のプロードサイドにおける利得を示している。2個の直交ワイヤアンテナ構成要素の利得が、Hi-Z表面に垂直な方向における周波数の関数として示されている。実線は同偏波（co-polarized）放射用であり、破線は交差偏波放射用である。図9は、このアンテナが10から20デシベルの範囲に係る偏波率を有した非常に良好な円偏波を生成することを示している。この放射パターンは軌道衛星との通信に良く適している。この放射パターンはまた、本明細書に記載される方法を使用して低仰角に調整可能である。

#### 【0039】

垂直偏波放射パターンロープを用いる地上通信システムにおいて使用されるアンテナシステムの適性もテストした。図10は、90度ハイブリッド回路25をアンテナ構成要素15-1とアンテナ構成要素15-3との間に接続した、同じ4個のアンテナ構成要素15を有するアンテナシステムを示している。90度の位相遅延（或いは、位相差）により、2個のコリニアアンテナ構成要素15-1及び15-3が結合し、図11に示すようなE平面における2個のロープパターンを生成する。E平面が細線で示され、H平面が太線で示されている。本実験におけるアンテナ構成要素は、一方向に向かってバイアスされた放

10

20

30

40

50

射パターンを生成し、該方向はどのアンテナ構成要素が90度の位相遅延を受信するかによって決定される。その他の位相遅延を使用してよいが、90度の位相遅延を有するハイブリッドが、本実施形態において実行した実験にとって都合がよかつた。2個のアンテナ構成要素を変動する相対的な位相差を有するように駆動することにより、2個のアンテナを含み且つHi-Z表面10に垂直な平面に、複数の異なる放射パターンを生成可能となる。そのパターンは、一方向に向いた1つの大きいロープと、逆方向の1つの小さいロープを示している。大きいロープの位置は、2個のアンテナの間での位相遅延を変動させることより調整されてよい。メインロープの方向で、アンテナシステムは垂直偏波を有しており、これは地上ネットワークとの通信に理想的である。本実験及び先に議論したどちらの実験も、低仰角放射の改良のために別述されたいずれの特徴又は技術を含んでいなかつた。しかしながら、低仰角放射源に対処するアンテナシステム能を更に改良するために、そのような技術が採用されてよい。

#### 【0040】

上記本発明の実施形態の多くは、伸張ワイヤ構成要素である複数のアンテナ構成要素を使用する。本発明はこの種のアンテナ構成要素に限定されない。確かに、本明細書で開示される概念は、Hi-Z表面10上に配置が可能な例えれば複数のパッチアンテナ及びフレア状ノッチアンテナを含む任意の種類のアンテナであっても利用可能である。例えば、図1aで描かれた実施例を参照されたい。図面の高インピーダンス表面10上に示すアンテナ構成要素15の数は4個であるが、当然のことながら、高インピーダンス表面10上で使用されるアンテナ構成要素15の数は4個より更に大きくともよい。開示されたアンテナは僅か4個のアンテナ構成要素15を用いれば機能可能であり、4個の構成要素15を備えたアンテナという観点でアンテナの作用を記載すると理解が容易となるため、4個のアンテナ構成要素15が開示の実施例で使用されている。より多くのアンテナ構成要素15を備えたアンテナは、通常高インピーダンス表面上に配置された複数のアンテナ構成要素の配列にて構成されてもよい。該配列は、好ましくは4個のアンテナ構成要素15のグループに基づいて配列されたアンテナ構成要素のパターンと実質的に同一なパターンが規則的に繰り返されていることが好ましい。

#### 【0041】

ここで、四構成要素アンテナを使用して、各種偏波を有する各種放射パターンを前述の各種方法で生成し、複数のアンテナ構成要素15の結合に使用され得る給電又は結合ネットワークについて記載する。報告された実験データとともに上述の機能を実現可能な結合ネットワークが幾つかありうる。最も簡単な例は、4個のアンテナ構成要素15の給電点を同位相で結合されることであり、地上ネットワークから受信される信号用の出力を生成できる。その後、アンテナ構成要素の複数直交ペアからの出力を90度の位相遅延を有するように結合させて、受信された衛星信号用の出力を生成できる。これにより左円偏波又は右円偏波が生成されるが、その方位はワイヤのどのペアが90度の位相遅延を受信するかによって決定される。この簡単な給電又は結合ネットワークの例を図12に示し、表1に記載する。図12に示すように、各アンテナ構成要素15-1から15-4の給電点は電力分配器30により別個の枝に分割又は分配され、またその枝が適当な位相遅延を有して再結合されて(90度ハイブリッド回路に伝達される2個の信号のうち1つには180°の位相遅延、またアンテナ15-3及び15-4により2個の入力電力結合器32に伝達される信号には180°位相遅延-構成要素26を参照)、以下に述べる機能を実現する。地上信号はTで標識された出力において取り出され、一方、衛星信号はS1及びS2で標識された出力において受信される。90度ハイブリッド回路は2個の出力を有するので、実際に左円偏波及び右円偏波を同時に得ることができるが、多くの衛星システムにはその必要がなく、従って、2個の出力のうち1つの出力、S1又はS2のみを使用すれば多くの用途において十分である。表1は、最も簡単な考えられる結合ネットワークを記載している。アンテナダイバシティは備えていない。

#### 【0042】

【表1】

10

20

30

40

50

地上	衛星
A + B + C + D	A - C + j (B - D)

**【0043】**

表1. 図12に示すネットワークにより実現される機能。但し、  
A=アンテナ15-1の給電点；  
B=アンテナ15-2の給電点；  
C=アンテナ15-3の給電点；及び  
D=アンテナ15-4の給電点。

10

**【0044】**

図12において、4個のアンテナ構成要素15-1から15-4の給電点が、4個の電力分配回路30に接続されている。本実施例において、各電力分配器30は2個の出力を有している。電力結合器32は、表1に記載のロジックに従ってその入力を加算又は減算する。信号S1及びS2は、90度ハイブリッド回路25の出力から得られる。これらの無線信号を扱う機器は、米国NY州イーストシラキュースのアナレン・マイクロウェーブ(Anaren Microwave)より市販されている。

10

**【0045】**

更に複雑な結合ネットワークを図13に示し、表2に記載する。この例において、アンテナは、衛星信号及び地上信号の両方にスイッチ交換ビームダイバシティを備えている。各信号は例えば4個の出力を有しており、それらを地上システム用にはT1からT4で、衛星システム用にはS1からS4で標識した。これらの出力は、夫々異なる角度でのビームを表し、受信機は、受信される信号における信号対雑音干渉比(SN比)を最大にするために多重ビームを同時に使用するか又はビームを切り替えてよい。

20

**【0046】****【表2】**

地上	衛星
A + j C	A + j B
C + j A	B + j C
B + j D	C + j D
D + j B	D + j A

30

**【0047】**

表2. 図13に示すネットワークにより実現される機能。但し、  
A=アンテナ15-1の給電点；  
B=アンテナ15-2の給電点；  
C=アンテナ15-3の給電点；及び  
D=アンテナ15-4の給電点。

40

**【0048】**

図13において、アンテナ構成要素15-1から15-4の給電点は、夫々、本実施例で分配器30-1から30-4と夫々識別された4個のうち1つの電力分配回路30と接続されている。本実施例において、電力分配器30は夫々3つの出力を有しており、このような電力分配器はアナレン・マイクロウェーブ(Anaren Microwave)より市販されている。信号S1からS4は、電力結合器32-1から32-4と夫々識別された4個の電力結合器32の出力から得られる。各電力結合器は2個の入力を有し、アナレン・マイクロウェーブ(Anaren Microwave)より市販されている。信

50

号T1からT4は、90度ハイブリッド回路25の2つの出力で供給される。このハイブリッド回路は、ハイブリッド回路25-1及び25-2と夫々識別され、且つアレン・マイクロウェーブ(Anaren Microwave)より市販されている。アレン・マイクロウェーブ(Anaren Microwave)より市販されている4個の90度回路(或いは、90度位相遅延回路)29も備わっている。

#### 【0049】

この更に複雑な実施例において：

(1) 分配器30-1及び30-3夫々からの1つの出力がハイブリッド回路25-1に付加され、分配器30-2及び30-4夫々からの1つの出力がハイブリッド回路25-2に付加される。ハイブリッド回路25-1は信号T1及びT2を出力し、ハイブリッド回路25-2は信号T3及びT4を出力する。10

#### 【0050】

(2) 分配器30-1からの1つの出力及び分配器30-2からの1つの出力であって且つ90度の位相変化が施される出力の夫々が結合器32-1に付加され、分配器30-3からの1つの出力及び分配器30-4からの1つの出力であって且つ90度の位相変化が施される出力の夫々が結合器32-3に付加される。結合器32-1は信号S1を出力し、結合器32-3は信号S3を出力する。

#### 【0051】

(3) 分配器30-2からの1つの出力及び分配器30-3からの1つの出力であって且つ90度の位相変化が当該出力かに施される出力の夫々が結合器32-2に付加され、分配器30-4からの1つの出力及び分配器30-1からの1つの出力であって且つ90度の位相変化が施される出力の夫々が結合器32-4に付加される。結合器32-2は信号S2を出力し、結合器32-4は信号S4を出力する。20

#### 【0052】

図13は、給電又は結合ネットワークにアンテナダイバシティ能を備えるという問題に対するかなり総当たり的なアプローチである。CP出力は、4方向に変移する位相のうち隣接する成分を結合することから得られ、LP出力は、4方向に変移する位相のうち範囲側の成分を結合することにより得られる。適当な位相が、90度ハイブリッド回路の動作による90度遅延の発生によって生成される。マイクロ波回路における当業者は、前述の機能を実行するためにより簡単な実施例を含むその他の実施例を考案するであろうが、図13に示す回路は関連する概念を例示するものである。30

#### 【0053】

簡単な結合ネットワーク及び複雑な結合ネットワークの具体例を記載してきたが、本発明は記載の例に限定されるものではない。マイクロ波ネットワークの構成は、マイクロ波ネットワークにおける当業者に公知であり、その他の例は本明細書を読む当業者に対して明らかであろう。例えば、上に示された量よりも異なる量の位相遅延がいくつかの施例で使用されるかもしれないし、そして、いくつかの実施例では位相遅延の量(度合い)を可変にすることが望ましいであろう。また、全ての信号が全ての用途に必要であるとは限らず、従って、本発明の実施では、ある簡易化の実行が選択される場合もあるであろう。例えば、ある用途においては右円偏波と左円偏波との両方を有する必要がないということは既に述べている。40

#### 【0054】

アンテナ構成要素は、本明細書においてワイヤアンテナとして記載した。本発明は(i)アンテナ構成要素としてワイヤアンテナを使用することに限定されず、(ii)Hi-Z表面上の4個のアンテナ構成要素のみを使用することに限定されない、ことを認識すべきである。本明細書に係る実験が四構成要素アンテナに基づいて実施されたので、4個のアンテナ構成要素が本明細書で開示された。しかしながら、アンテナ構成要素の数が増加すると、結合ネットワークの複雑性が増すのに関連して、アンテナシステムビームダイバシティスイッチ能が改良されうるのは理解されるべきである。

#### 【0055】

10

20

30

40

50

アンテナ構成要素が配置される表面は、H i - Z表面のように、即ち、所定の周波数バンドにおいて比較的高インピーダンスを有することにより、機能すべきである。従って、本発明は、本明細書の先に記載されたH i - Z表面のみに限定されるものではない。

**【図面の簡単な説明】**

**【0056】**

【図1】H i - Z表面領域及びH i - Z表面の中心から放射状に伸びる4個の放射ワイヤを含む現在開示されているアンテナシステムの放射部分を描く図である。

**【0057】**

図1aは、図1と類似しているが、H i - Z表面上に配列する4個のパッチアンテナを備える代替設計を示す図である。

【図2】図2a及び図2bは、ワイヤアンテナを50オームインピーダンス回路とインピーダンス整合するための二つのスキームを描く図である。従来、ワイヤアンテナは通常容量性リアクタンスを有しており、図2bに示すように小さい誘導ループ（コイル）部分が必要とするが、現在の設計ではワイヤアンテナは固有の誘導リアクタンスを有しており、図2aに示すように小さい容量性のテール（或いは、スタブ）部分を必要とする。

【図3】ワイヤアンテナ#2-4を50オームの負荷に接続し、ワイヤアンテナ#1を本発明のアンテナ測定システムに接続した単一のワイヤアンテナの測定に使用した実験装置を示す図である。

【図4】図3の装置で実施された実験に従って、単一のワイヤアンテナの利得（感度）をH i - Z表面に垂直な方向における周波数の関数として描く図である。

【図5】図3の装置で実施された実験に従って、E平面（細線）及びH平面（太線）における単一のワイヤアンテナの放射パターンを描く図である。

【図6】90度の位相差を有して駆動される一対の直交ワイヤアンテナ構成要素の放射及び利得パターンを測定する実験装置を示す図である。

【図7】図6に示す2個の直交ワイヤアンテナ構成要素の放射パターンを描く図であり、該パターンは前記2個のワイヤ間の対称面に沿った放射を表す。

【図8】図6に示す2個の直交ワイヤアンテナ構成要素の放射パターンを描く図であり、該パターンは、前記2個のワイヤ間の対称面と、H i - Z表面の平面との両方に直交する平面に沿った放射を表す。

【図9】図6に示す2個の直交ワイヤアンテナ構成要素の利得を、同偏波放射及び交差偏波放射の両方に対して、H i - Z表面に垂直な方向の周波数の関数として描く図である。

【図10】90度の位相差を有して駆動される一対のコリニアワイヤアンテナ構成要素の放射パターンを測定する実験装置を示す図である。

【図11】図10に示す2個のコリニアワイヤアンテナ構成要素の放射パターンを描く図であり、該パターンは上面又は平面図からの放射を表す。

【図12】二つの出力を生成する単純な結合ネットワークの模式図であり、一出力は地上通信システム用であり、他の出力は衛星通信システム用である。

【図13】更に複雑な結合ネットワークの模式図である。

**【符号の説明】**

**【0058】**

10 H i - Z表面

14 ループ状構造

15 アンテナ構成要素

16 給電点

17 スタブ

18 接地面

19 同軸ケーブル

25 90度ハイブリッド回路

27 負荷

29 90度回路

10

20

30

40

50

30 電力分配器  
32 電力結合器